

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-333524

(43)Date of publication of application : 17.12.1993

(51)Int.Cl.

G03F 1/08
H01L 21/027

(21)Application number : 04-143882

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 04.06.1992

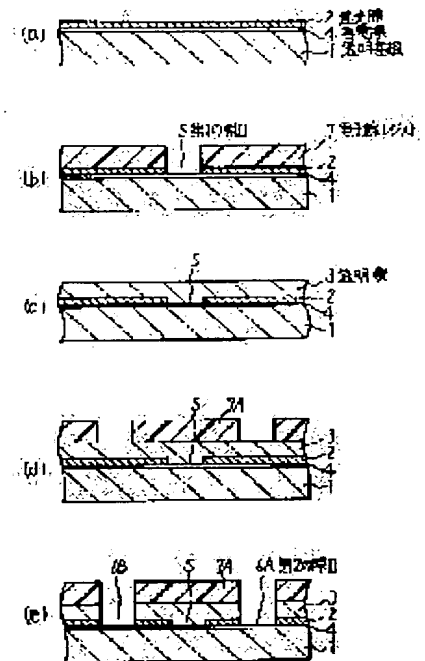
(72)Inventor : YASUSATO TADAO

(54) PHASE SHIFT MASK AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PURPOSE: To easily form an auxiliary pattern as for the phase shift mask of an auxiliary pattern system.

CONSTITUTION: A first aperture 5 is formed on a light shielding film 2 on a transparent substrate 1, and a transparent film 3 is formed on the aperture 5. Then the transparent film 3 and the light shielding film 2 are etched and second apertures 6A and 6B are formed at the peripheral part of the first aperture 5. The second apertures 6A and 6B are stably formed since the dimension of the second apertures 6A and 6B are set to the same extent as the first aperture 5.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-333524

(43)公開日 平成5年(1993)12月17日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 3 F 1/08

H 0 1 L 21/027

識別記号

庁内整理番号

A 7389-2H

7352-4M

7352-4M

F I

H 0 1 L 21/ 30

技術表示箇所

3 0 1 P

3 1 1 W

審査請求 未請求 請求項の数2(全 5 頁)

(21)出願番号

特願平4-143882

(22)出願日

平成4年(1992)6月4日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 安里 直生

東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式
会社内

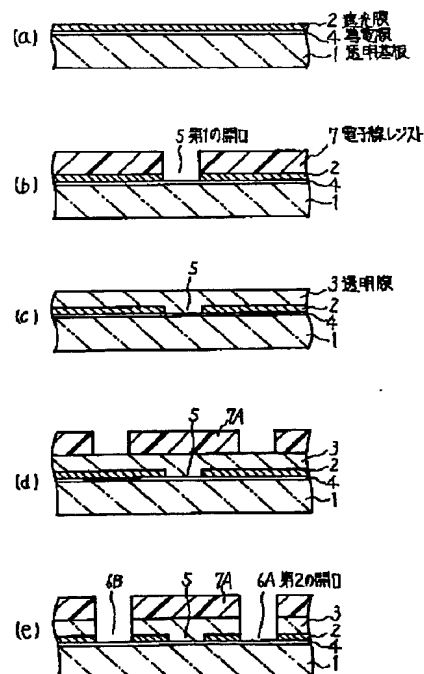
(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54)【発明の名称】 位相シフトマスクおよびその製造方法

(57)【要約】

【目的】補助パターン方式の位相シフトマスクにおいて、補助パターンの形成を容易にする。

【構成】透明基板1上の遮光膜2に第1の開口5を形成し、その上に透明膜3を形成する。その後、透明膜3および遮光膜2をエッチングし、第1の開口5の周辺部分に第2の開口6A、6Bを形成する。第2の開口6A、6Bの寸法は第1の開口5と同程度にできるため、第2の開口6A、6Bの形成が安定して行なえる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板上の遮光膜に形成された第1の開口と、この第1の開口を含む全面に形成された透明膜と、前記第1の開口の周辺部の前記透明膜と前記遮光膜とに形成された補助パターンとしての第2の開口とを含むことを特徴とする位相シフトマスク。

【請求項2】 透明基板上に遮光膜を形成したのちパターンニングし第1の開口を形成する工程と、この第1の開口を含む全面に透明膜を形成したのち前記第1の開口の周辺部の前記透明膜及び前記遮光膜をパターンニングし補助パターンとしての第2の開口を形成する工程とを含むことを特徴とする位相シフトマスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体素子製造のリソグラフィ工程に用いられる、縮小投影露光用の位相シフトマスクおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子製造のリソグラフィ技術としては、一般にフォトリソグラフィが用いられてきた。半導体素子の高密度・高集積化の為フォトリソグラフィの分野においては、これまで主に露光装置の高NA化、短波長化が進められ、より微細パターンの形成が可能となってきた。そして現在、最小寸法が0.5μm程度の半導体素子の製造もフォトリソグラフィにより可能となっている。

【0003】しかし、露光装置の高NA化、短波長化により解像力は向上するものの、反対に焦点深度は減少してしまう。そのため、焦点深度の確保がより重要な問題となってきた。焦点深度の点から、これまでのような単純な高NA化、短波長化による解像力の向上は困難となってきた。

【0004】そこで近年、解像力及び焦点深度を向上させフォトリソグラフィの限界を延ばす方法として位相シフト法が注目されている。位相シフト法はニコンによる特願昭55-136483号公報及びIBMによるアイ・イー・イー・イー・トランザクションズ・オン・エレクトロン・デバイセス (IEEE Transactions Electron Devices) vol. ED-29, p1828-p1836, 1982により、ほぼ同時期に提案された。

【0005】この方法はフォトマスク上の隣接する開口の一方の上に透明膜を形成し、透過する光の位相を互いに180度異ならせるものである。位相シフトマスクを用いない場合、隣接する開口の間隔が狭くなると、回折により開口間の本来遮光部となる領域に光が漏れ、隣接する開口が分離されなくなる。一方、位相シフトマスクでは、隣接する開口を透過する光の位相が互いに180度異なっているため、隣接する開口間で漏れた光が打ち消し合い遮光領域を形成する。そのためより微細な寸法

まで分離して解像出来る。

【0006】この最初の位相シフトマスク（以後レベンソン型と呼ぶ）は、繰り返しパターンのような密集したパターンにしか適用できなかったが、その後孤立したパターンに適用する方法が、例えばプロシーディングスオブエス・ピー・アイ・イー：オプティカル・レーザー・マイクロリソグラフィ (Proceedings of SPIE: Optical/Laser Microlithography) 2 vol. 1088, p25~33 (1989) が提案されている。以下この一般に補助パターン方式と呼ばれる位相シフトマスクについて説明する。

【0007】図4(a), (b)は従来の位相シフトマスクの平面図及びC-C線断面図である。石英等の透明基板1上にはITO等の導電膜4が形成されている。導電膜4は電子ビーム露光の際のチャージアップ防止と後工程の透明膜4のエッチングの際のエッチングストッパーとしての為のものである。導電膜4は本質的に必要なものではない。導電膜4の上にはクロム及び酸化クロムからなる遮光膜2が形成されており、遮光膜2には第1の開口5および第1の開口5の周辺部に補助パターンとして第2の開口6a, 6bが形成されている。そして第2の開口6a, 6bの上には透明膜3a, 3bが形成されており、その膜厚tは $t = \lambda / (2(n-1))$ となるように設定されている。ここに、λは露光光の波長、nは透明膜3a, 3bの屈折率である。また、第2の開口6a, 6bの寸法はその位相シフトマスクを使用する露光装置により最適値が異なる。

【0008】すなわち、第2の開口6a, 6bの寸法が大きすぎると第2の開口6a, 6b自体が解像され、また逆に小さすぎると第1の開口5の解像を助ける効果が無くなる。NA=0.5前後のi-lineステッパーを用いる場合、5倍マスク上で第2の開口6a, 6bの幅Sは0.5μm程度である。

【0009】またこのように、それ自体は解像しない補助パターンである第2の開口は、第1の開口のような孤立パターンの周辺だけでなく、密集したパターンの外周にも設けられる。たとえば、レベンソン型位相シフトマスクのラインアンドスペースパターンでは、露光時のフォーカスを変化させていくと、まずマスクの最外周の2本の開口が解像しなくなる。そのためこの2本の開口の解像を助けるため、補助パターンがその外側に設けられる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】この従来の補助パターンを用いる位相シフトマスクにおいては、補助パターンの幅が他のパターンに比較して極端に小さいため、補助パターンの形成が困難であった。通常の5倍マスク上で、デバイスパターンは1.5μm以上の線幅であるのに対し、補助パターンの開口の幅は0.5μm程度とす

る必要がある。

【0011】そのため、電子ビーム露光およびクロムなどの遮光膜のエッチングにおいて、 $1.5\mu\text{m}$ 以上のパターンに合せた条件での、 $0.5\mu\text{m}$ 幅の補助パターンの形成は寸法制御が困難であった。補助パターンの寸法が小さくなると隣接パターンの解像を助ける効果が低下し、逆にその寸法が大きくなると補助パターン自体が解像されてしまうという問題があった。

【0012】

【課題を解決するための手段】第1の発明の位相シフトマスクは、透明基板上の遮光膜に形成された第1の開口と、この第1の開口を含む全面に形成された透明膜と、前記第1の開口の周辺部の前記透明膜と前記遮光膜とに形成された補助パターンとしての第2の開口とを含むものである。

【0013】第2の発明の位相シフトマスクの製造方法は、透明基板上に遮光膜を形成したのちパターンニングし第1の開口を形成する工程と、この第1の開口を含む全面に透明膜を形成したのち前記第1の開口の周辺部の前記透明膜及び前記遮光膜をパターンニングし補助パターンとしての第2の開口を形成する工程とを含むものである。

【0014】

【実施例】次に本発明について図面を参照して説明する。図1(a)～(e)は本発明の第1の実施例の位相シフトマスクの製造方法を説明するための断面図である。

【0015】まず図1(a)に示すように、石英などの透明基板1上にITOなどからなる導電膜4を形成し、さらにその上にクロムおよび酸化クロムによる遮光膜2を形成する。

【0016】次に図1(b)に示すように、遮光膜2上に電子線レジスト7を塗布し、リソグラフィ技術を用いパターンニングを行なった後、ウェットまたは Cl_2 ガスを用いるドライエッチングを行ない、第1の開口5を形成する。

【0017】次に、図1(c)に示すように、SOGを塗布し、 400°C 、1時間のベーキングを行ない透明膜3を形成する。透明膜3の膜厚 t は、第1の開口5上で、 $t=\lambda/2(n-1)$ となるように設定する。ここに、 λ は露光光の波長であり、 n は透明膜3の屈折率である。次に図1(d)に示すように、再び電子線レジスト7Aを塗布した後、重ね合せ描画を行ない現像し、第1の開口5に隣接して第2の開口のレジストパターンを形成する。

【0018】次に図1(e)に示すように、 CF_4 を用いたドライエッチングにより透明膜3をパターンニングし、続いて Cl_2 を用いたドライエッチングあるいはウェットエッチングにより、遮光膜2をパターンニングし、第2の開口6A、6Bを形成する。最後に、電子線

レジスト7Aを剥離することにより、図2(a)，

(b)の平面図及びA-A線断面図に示す位相シフトマスクが完成する。

【0019】このように本実施例により形成された位相シフトマスクの第2の開口6A、6Bは、遮光膜2と透明膜3に同一寸法で形成されており、そのエッジは一致している。本位相シフトマスクを部分的コヒーレント光により透過照明し、レンズ系を通して結像させると、第1の開口5と第2の開口6A、6Bを通る光の0次光は打ち消し合い、そのため第1の開口5の像はコントラストが向上する。また、第2の開口6A、6Bでは回折される光の一部が透明膜3での側壁で遮光され、また透明膜を透過する光も部分的に位相差が与えられるため、第2の開口6A、6Bは解像されない。

【0020】一例として、開口数 $\text{NA}=0.45$ 、コヒーレンスファクター $\sigma=0.3$ 、縮小率 $1/5$ の i -線($\lambda=0.365\text{nm}$)ステッパーを用いる場合、 $0.3\mu\text{m}$ の孤立スペースを形成するためのマスク上のパターンを図2(a)，(b)を用いて説明する。ここでマスク上の第1の開口5の寸法 S_1 を $1.5\mu\text{m}$ 、第2の開口6A、6Bの寸法 S_2 を $1.5\mu\text{m}$ 、そして第1の開口5と第2の開口6A、6Bの間隔1を $1.5\mu\text{m}$ とする。本マスクを用い、ポジ型レジストの塗布された半導体基板上に縮小投影露光を行なうことにより、半導体基板上に第1の開口5による幅 $0.3\mu\text{m}$ の孤立スペースを精度良く形成することができる。

【0021】また、図1(e)で説明したように、遮光膜2をウェットエッチングによりパターンニングした場合、サイドエッチングが生じ、第2の開口6A、6Bのエッジと透明膜3のエッジは正確に一致しなくなるが、このズレは、 $0.1\mu\text{m}$ 程度までは許容される。また、第1の開口5と第2の開口6A、6Bを同時に形成し、その後透明膜3を成膜し、重ね合せ露光を行ない透明膜をパターンニングしても良い。

【0022】次に本発明の第2の実施例について図3を用いて説明する。図3(a)，(b)は第2の実施例を説明するための平面図及びB-B線断面図であり、本発明をホールパターンを形成するためのフォトマスクに適用した場合を示す。

【0023】図3(a)，(b)に示すように、孤立パターンである第1の開口5Aの解像を助けるために、その周辺部分にそれ自体は解像しないパターンである第2の開口6を設ける方式の位相露光用フォトマスクにおいては、ホールパターンに適用した際電子ビーム露光のデータ数が極端に増加するという問題があった。しかし本実施例においては、透明膜3と遮光膜2への4個の第2の開口6の形成を同時に行なうため、とくにホールパターンでは従来よりデータ数を少なくできるという利点がある。

【0024】

5

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、補助パターンである第2の開口の寸法を隣接する第1の開口の寸法と同程度にできるので、電子線露光およびエッチングによる第2の開口の形成が容易になり、微細なデバイスパターンを精度良く形成できるという効果を有する。

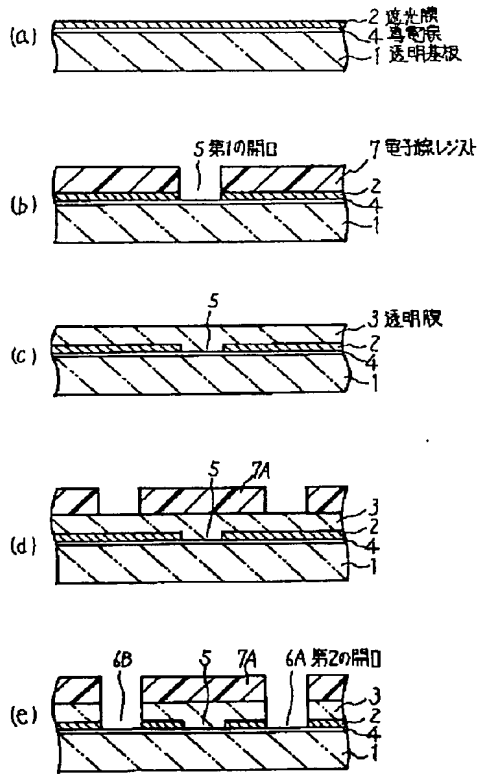
【0025】また、透明膜と遮光膜とを同時にパターンニングして第2の開口を形成することにより、透明膜のパターンニング用のデータ作成が不要となるという効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を説明するためのマスク断面図。

【図2】本発明の第1の実施例を説明するためのマスク

【図1】



6

の平面図及び断面図。

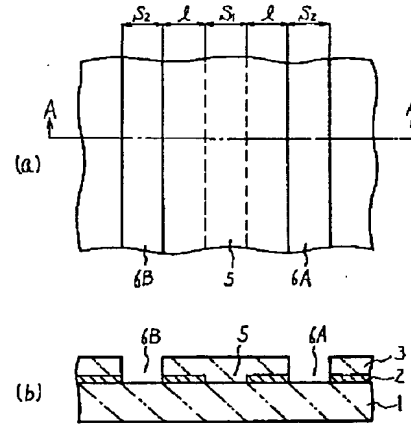
【図3】本発明の第2の実施例を説明するためのマスクの平面図及び断面図。

【図4】従来の位相シフトマスクを説明するための平面図及び断面図。

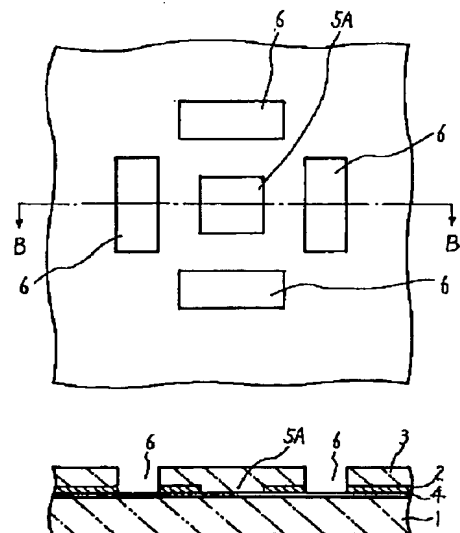
【符号の説明】

- 1 透明基板
- 2 遮光膜
- 3, 3 a, 3 b 透明膜
- 4 導電膜
- 5, 5 A 第1の開口
- 6, 6 A, 6 a, 6 B, 6 b 第2の開口
- 7, 7 A 電子線レジスト

【図2】



【図3】



【図4】

